



TITLE:

趙友欽の天文學

AUTHOR(S):

新井, 晉司

CITATION:

新井, 晉司. 趙友欽の天文學. 東方學報 2009, 84: 55-89

ISSUE DATE:

2009-03-30

URL:

<https://doi.org/10.14989/134682>

RIGHT:

趙友欽の天文學^①

新井 晉 司

はじめに

I 宇宙像

II 大地像

III 観測器械

IV 月の満ち欠けと食

V 書名の意圖

おわりに

はじめに

めずらしくも、元の道士の趙友欽を描いた肖像がある。圖1^②がそれである。この肖像は、彼の現存する道教著作『仙佛同源』(『道範正宗五經四書大全』所收)に附された圖で、彼の活動が宗教と天文學の兩分野にまたがっていることを、まことに端的に表現している。

趙友欽は科學史においては、『革象新書』というユニークな天文學書を著しており、十四世紀前半の中國で光學實驗をおこなったことでも、圓周率の計算でも注目されてきた。道教史においては、道教と佛教の融合を説いた内丹派の道士として、全眞教南北二宗の陳致虛の直接の師として知られている。



圖1 趙友欽（『仙佛同源』より）

中央に坐す人物が趙友欽である。この圖の上部は彼の天文學を、下部は宗教思想を表している。

趙友欽の背後の家屋の軒につるされた黒球に注目してほしい。彼はこの黒球を使つた簡単な實驗で、月が太陽の光を反射して輝いていることや月の満ち缺けを、わかりやすく解説した（第IV節參照）。當時の中國においては、目立つた天文學の業績であつた。

黒球の左右の文字はそれぞれ、「以革象誨人」「緣督用黑漆毬於簷下映日」（『革象新書』を著して人々に教えた。緣督は黒い漆塗りの球を軒下で日光に反射させた）とある。緣督は、趙友欽の字。友欽が

名。世に緣督子、趙真人と呼ばれた。右の二句は、弟子の陳致虛の著述中に見えることばでもある。⁽³⁾ 趙友欽の左右には、佛藏經と道藏經が置かれている。さらに圖の下部には、燭臺の載つた圓卓であろうか、それをかこむ四人の人物（弟子か？）がいる。圓内には「仙佛同源」という大きめの文字が見える。いずれも、仙と道教と、佛と佛教が同源であると主張して『仙佛同源』を著した彼の宗教思想を示すものである。圓卓内の八行にわたる文章は、右半分が佛教の寶珠を説いたもの、左半分が道教の寶珠を説いたものである。その一文を右回りに記す（／は改行を示す）。

釋迦得之號曰牟／尼珠。又曰如意珠。牟／尼者、龍女所獻也。如／意者、姪女所配也。／（釋迦がこれを得て牟尼珠と呼び、また如意珠と呼ぶ。牟尼は龍女の獻じたもの、如意は姪女の配したものである。）

天尊得之號曰寶／珠。又曰黍米珠。寶珠／者、眞炁結純也。黍／米者、金液還丹也。（元始天尊がこれを得て寶珠と呼び、また黍米珠と呼ぶ。寶珠は眞炁が丸く結晶したもの。黍米は金液が還流されて丹となったものである。）

この一文の意味するところは、釋迦が得た寶珠を「牟尼珠」「如意珠」と呼び、元始天尊が得たものを「寶珠」「黍米珠」と呼ぶが、じつはどちらも本来同一のものである。つまり、兩宗教の寶珠を同一と見なすことで、道佛兩教の融合を説いた趙友欽の宗教的主張の要諦を表すものである。寶珠と佛教を練丹術の體系に組み入れていった趙友欽の思想については、野村英登「趙友欽の内丹思想」⁽⁴⁾が論じている。

ところで、趙友欽の生涯についてはすでに拙稿「趙友欽の生涯」⁽⁵⁾で論じたので、本稿では彼の天文學に焦點を當てて論じることしよう。本稿では、彼の天文學を『革象新書』にもとづき、次の諸點に分けて検討する。

- (1) 趙友欽の独自の宇宙構造説を、宇宙像と大地像に分けて紹介する。彼の宇宙構造説は、中國の代表的な宇宙構造説である渾天説を一部變更した特異な説である。大地像もまた、道教と佛教の一致を説いた宗教思想を受けて、道佛を考慮した折衷的な大地像となっている。
- (2) その独自の宇宙構造説に適合することを目的に彼がみずから發案した天文器械。
- (3) 月の満ち切れと日月食にかんする彼の考え。
- (4) 『革象新書』という書名をつけた意圖。
- (5) 各種の天文現象を簡単な器具を使って説明する模擬的な實驗（シミュレーション）を數種紹介する。

趙友欽が工夫した實驗としては、ピンホール實驗（卷五「小罅光景」）がなによりも有名である。このピンホール實驗にかんしてはすでに專論⁽⁶⁾があるので本稿では言及しないが、かわつて次の數種のシミュレーションを紹介しよう。

・透明な紙と不透明な紙を使って、趙友欽独自の宇宙像にもとづき、月の高低の變化を説明する。（第1節）

・日月にたとえて圓く切り抜いた紙を使って、太陽の實直徑は月の二倍があるが、太陽は月よりも遠くにあるために、兩者の見かけの直徑がほぼ等しく見えることを解説する。（同前）

・月にたとえた黒い漆塗りの球に日光を反射させることで、月が太陽光を反射していることや、月の満ち欠けの變化を再現する。（第IV節）

・一本のヒモに、日月になぞらえた二球をつるして、日食の見え方を解説する裝置。（同前）

・木製の圓盤二枚を使って月食をシミュレーションする。（同前）

これらの器具を使って天文現象を模擬的に再現する實驗は、一部をのぞき前例がほとんど見られないことから、彼独自のアイデアと考えられ、中國科學史上高く評價されるべきである。同時に、これらのシミュレーションとピンホール實驗は、まぎれもなく十四世紀の中國において、實驗的方法を通じてよりよく自然を理解しようとする態度が、存在していたことを示す確かな證據でもある。

趙友欽の天文學にかんするおもな先行研究には、潘鼎、李迪、中國天文學史整理研究小組編著『中國天文學史』、薄樹人、王立興、劉鈍などによる考察⁽⁷⁾があるが、多くは數頁の言及であつたり、部分的に取り上げるにとどまっている。したがつて、本稿の特色は、趙友欽の天文學をできるだけ總合的に論じようと試みたことにある。

なお、『革象新書』には、原本（五卷本）と節略本（二卷本）がある。本稿の卷數と葉數の表示は、『文淵閣四庫全書』（臺灣藝文印書館、一九八六年）第七八六冊所收の原本によつておこなう。

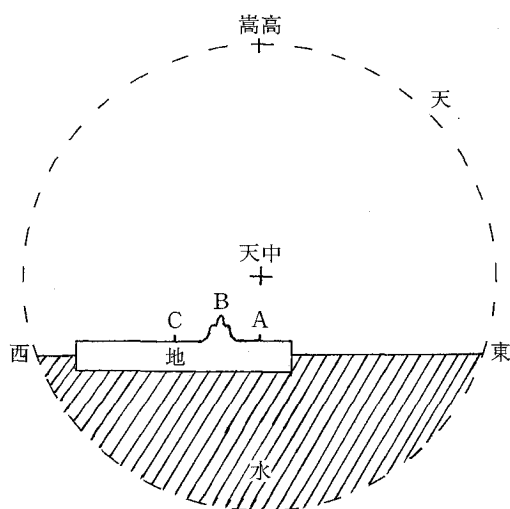


圖2 趙友欽の宇宙構造説（筆者畫）

- A: 地中（陽城）
B: 崑崙
C: 四海の中心（天竺以北・崑崙以西）

I 宇宙像

宇宙はどのような構造なのか、天地はどのような仕組みになっているかを説明する宇宙構造説は中國でも古くから發達しており、それにかんする現代の論考もすでに相當な數にのぼっている。⁽⁸⁾ 趙友欽もまた彼獨自の宇宙構造説を主張しており、その主張をおもに卷二「天地正中」「地域遠近」でのべている。兩篇にもとづいて作圖したものが、圖2である。彼のこの宇宙構造説を理解するためには、最初に、彼が下敷きとした渾天説を手短に紹介することからはじめなければならぬ。渾天説は中國でおこなわれた複数の宇宙構造説のなかで、もっとも廣くおこなわれた説である。

前漢の時代には、天が地の上に笠のように廣がっているとする蓋天説がおこなわれていたが、まもなく渾天説が提唱されるようになる。渾天説がどのようなものであるかを知るには、渾天説の代表的著作である後漢の張衡『渾儀注』が最適である。圖3に示したように、張衡などの渾天家の主張によると、天は球形で、南北極を軸として一日一回轉している。球形の天の内外には水があり、大地は天の内側のちょうど半分を満たす水の上に載っている。これをたとえて宇宙の形状は鶏卵のようであり、天は卵殻であり、大地はそれにつつまれる卵黄のようであるという。天地を鶏の卵にたとえるのは、渾天家が常用するたとえである。

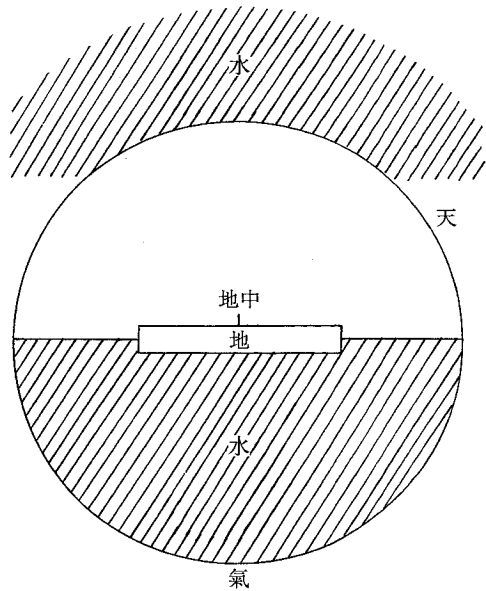


圖3 渾天説（筆者畫）

一見すると、渾天説は卵黄のたとえによって、大地も球形だと考
えていたように思われるが、一般に渾天家は「地球」、つまり大地
を球とみなす觀念を有しておらず、傳統的に平面と考えている。趙
友欽もまた大地を平らであると考えていたことは間違いない。その
ことは、人間世界を平面と考えて大地を平らな木板にたとえている
ことや（卷一・天道左旋^⑨）、月食がなぜ起きるかを検討している箇所
で、陽城（河南省）の地形を観測して大地の形狀を平面と結論づけ
ていることから、彼がそう考えていたことがわかる（卷三・日月
薄食^⑩）。

さて、こうして漢代には、周代から存在したと考えられる蓋天説
と渾天説のあいだに論争がはじまり、やがて南北朝時代ともなると、この二説以外に宣夜説や安天説、穹天説、昕天説な
どの諸説をもまじえて論争はつづく。宣夜説以下の諸説をまじえた論争については、『晉書』『隋書』の天文志・上・天體
に詳しい。その後、渾天説の優秀さが證明されるようになって、隋唐のころまでには渾天説が他説を排除するようにな
る。さらに宋代には、中國の宇宙構造説は張載や朱熹など宋學の思想家たちに引き繼がれてゆく。彼らは氣の概念を適用
して宇宙の生成と構造を明らかにしようとして、渾天説をいっそう進展させた。

趙友欽は元朝の曆である授時曆とあわせて、朱熹など宋學の天文學の影響を受けている。もつとも顯著な影響として
は、宋學者が唱えた「日月左旋説」、すなわち日月は天といっしょに東から西へ移るとする説を趙友欽も繼承する。これ
にたいし、唐代以前の渾天家や蓋天家、それに曆法計算に従事した曆家は「天左旋・日月右旋説」、すなわち天は東から

西に進むが、日月は逆に西から東へ進むという立場にたっていた。趙友欽は、日月右旋説は曆家が計算を簡略化するために採用してきたという⁽¹²⁾。

第二に、舊來の唐以前の渾天説では、その構造の前提として、天を個體と見なし、日月五星はその個體としての天の表面に附着していると考えた。したがって日月五星は天の表面を移動すると考えていた。しかし趙友欽はおそらく朱熹らの影響として、天の個體性を否定している。それ故くりかえし「日月は虚空にかかつていて、天には附着していない」とい⁽¹³⁾い、日月は天地の氣によって、天と同方向に左旋して地をめぐると考えた。彼は五星についても同様であろうとすべてい⁽¹³⁾る。

趙友欽が日月五星が天に附着しておらず虚空に浮かんているという認識にいたった點は重要である。というのは本節の最後でのべるように、趙友欽は太陽から大地までの距離は、月のその二倍あるという独自の見解を提出している。このような宇宙空間における大地から太陽や月までの距離を相対化するというような試みは、過去の日月五星が天に附着しているという認識と決別しなければできないからである。

ひきつづき、圖2にたいし補足的な説明を少々加えておこう。圖2において、天を破綫で描いているのは、上述のように、趙友欽が天を固體と考えていなかったことを示すためである。また、渾天説と同様に、趙友欽が大地を浮かべる半球状の水の存在を考えていたことは、地と水の関係を、けまりの半分までに水を入れ、その水に浮かぶ木片としてたとえていることからわかる（卷一・天道左旋⁽¹⁴⁾）。

一方、趙友欽は張衡のいう天の外側に存在する水について觸れていないので、圖2には天の外側の水は表示していない。張衡のいう天の外側に存在する水とは、おそらく雨や雪や霧のことであり、内側に存在する水とは地下水や川や海のことをいったものであろうと想像される。朱熹はすでに張衡のいう天の外側の水を想定してはいない。したがって、趙友

欽もまた氣につつまれて大地を載せている水だけを想定していたはずである。

次に、圖中に見える「天中」は天の中心・宇宙の中心のことであり、「嵩高」は今でいうところの天頂である。

以上で趙友欽の宇宙構造説を検討するための準備は整った。それではさっそく、圖2の趙友欽の宇宙構造説と、圖3の従來の渾天説を比較してみよう。くらべてみると、なにが一番大きく違っているのだろうか。圖3の渾天説のなにを修正したのであるうか。

兩者の大きな違いの一つは、大地の位置を天の中心(天中)より下に下げたことにある。さらに二つ目のきわだった違いは、彼の大地像にある。彼は大地には、(A)地中である陽城、(B)崑崙、(C)四海の中心という三つの特徴的なポイントがあるというのである。手はじめに本節では、大地を天の中心より下に下げた彼の宇宙像を取り上げて検討することからはじめよう。

そもそも、彼はいったいなぜ、大地を天中より下げたのであろうか。その答えを知るために、「天地正中」篇の彼の説明に耳を傾けてみよう。

遠くから物を視れば小さく、近くから物を視れば大きく見える。だから、正午の太陽の大きさはお盆くらいのおおきさしかないが、日出と日入のときの太陽の大きさは車輪ほどにも大きいのである。正午の太陽のほうから遠く離れていることは間違いない。それにもかかわらず東西のほうから遠いのではないかという疑いを持つのは、正午の太陽が熱くて、ちょうど火が人の近くにあることに似ているためである。これは太陽が長時間照れば暖かくなることを知らないからで、遠い近いといった距離によって論じられることではない。星々が高く昇って高度が高くなれば、その星々の間隔が狭く見え、低くなればその星々の間隔が廣く見える。この事實によって考えれば、天頂は遠くにあり、東西南北方向は近いのである⁽¹⁵⁾

趙友欽の主張を要約すれば、次のごとくである。物は遠ざかれば小さく見え、近づけば大きく見える。日中の太陽の大きさの變化を觀察してみると、正午のときの太陽の大きさはお盆の大きさしかないのに、朝と夕方の方の太陽はそれよりもずっと大きく車輪のように見える。ということは、正午の太陽の位置は、朝夕の太陽より、より遠くに位置しているはずである。さらに、夜間に星と星の間隔を觀察してみても、星々が天頂附近にあるときはその星々の間隔は狭いが、同じ星々が地平綫附近にあるときは、その間隔は廣い。だから、わたしたちが住む大地から天までの距離は、天頂方向が遠く、地平綫方向が近いのである。

そう考えた趙友欽は、圖2に示したように、渾天說の大地の位置をずらすという獨特の工夫に出た。まず大地の位置を天の中心である天中より下げること、大地から天頂までの距離を遠くした。同時に、大地の位置を下に下げたことで、必然的に大地から地平綫までの距離が近くなったのである。こうすることで、正午の太陽はより小さく、地平綫附近にある太陽はより大きく見えることが合理的に説明できるとした。

以上をまとめてみれば、大地の位置を天中より下に下げた結果、天頂までの距離は、東西方向よりも遠くなったのである。しかもこうすると彼の宇宙像では、地上に見えている天の割合は、地下に隠れて見えない天の割合よりも多くなるという特徴がある。「天地正中」篇で、「地上の天は多く、地下の天は少ない」（地上天多、地下天少）といっているのは、まさにその特徴をのべた句である。

それでは、實際に私たちが肉眼で空を見てみると、朝夕と正午の太陽の大きさは、そんなに違って見えるものであるうか。じつは、なんの工夫もなく見てみると、たしかに朝夕の太陽の方が大きく見えるように感じる。朝焼けや夕焼けのときの眞つ赤な太陽が、普段よりも大きく感じられて感動したという經驗を持つ人は少なくあるまい。しかし、太陽の大きさが異なって見えるのは錯覺である。實際に定規などを手に持って大きさをくらべてみれば、つねに太陽の大きさがほ

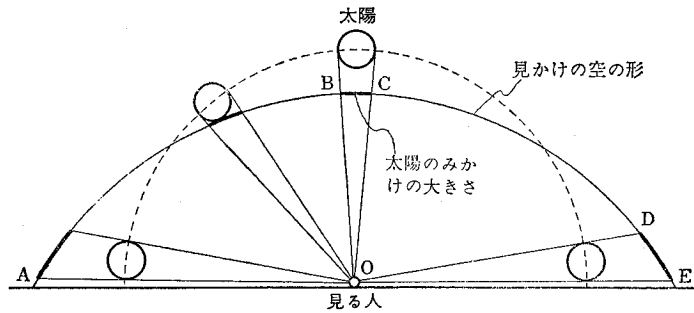


圖4 地平綫近くの太陽は大きく見える（鈴木敬信『はじめての天文學』九三頁より）

ば一定であることが簡単にわかる。

朝夕と正午とで太陽の大きさが違って見える理由は、わたしたちが空を見たとき、空が少し平たく見えることと関係があるようである。實際に屋外に立って空を眺めてみればわかるように、わたしたちの目には、空は完全な半圓とは見え、むしろ平たく見える。このことを、今日では圖4のように説明している天文學の書籍もある。^{①6}圖の實綫A B C D Eは、わたしたちが感じる見かけの空の形である。太陽までの距離は晝でも朝でも夕方でもそれほど変わらないので、實際には太陽は觀測者Oを中心とした半圓上（破綫）を動いている。ところが、わたしたちは無意識のうちに、太陽を見かけの空に投影して見てしまう。その見かけの太陽の大きさを示したのが、圖中のB CやD Eである。天頂のB Cと、地平綫近くのD Eをくらべてみれば、地平綫近くD Eのほうが太陽が大きく見えることがわかるだろう。

ふたたび、趙友欽の宇宙像にもどろう。面白いことに、趙友欽は上記で引用した「天地正中」篇で自説に對立する説、すなわち地平綫までのほうが、天頂までの距離よりも遠いとする説にも言及している。気温は正午の頃のほうが暖かく、朝と夕方は寒い。そこで、火は、火から遠ざかれば寒いが、近づけば暖かくなるという日常體驗の類推から、正午の太陽のほうが朝夕の太陽よりも人の近くにあると考える説である。この説にたいして彼は、太陽が長時間にわたって照るために、正午頃になると気温があがるのであって、気温の上昇は太陽までの距離とは関係がないと反論している。

じつは、一説が太陽の見かけの大きさを根據に、他説が一日の内の寒暖の變化を根據にして、地平綫方向および天頂方向の距離を論ずる對立には、漢代から隋唐まで幾度となく繰り返された論争が下敷きとしてある。南北朝時代をつうじて、この自然現象は宇宙構造説を決定するための重要な根據となる現象であった。とりわけ傳統的な渾天説の主張では、大地の中心から上下および東西南北までの距離は等しくなければならなかったから、この問題は多くの人物によって、大氣の影響や目の錯覺などさまざまな角度から論じられてきた。その論争の経過は、『隋書』天文志・上・天體に詳述されている。⁽¹⁷⁾

『隋書』の同じ箇所には、後漢の桓譚『新論』が引用されている。⁽¹⁸⁾ その『新論』には、趙友欽と同じく、大地から天頂への距離のほうが四方までの距離よりも大きいとする説が紹介されている。趙友欽は『隋書』の論争についてなんら言及をしていないが、この『新論』の記事から自説の着想を得たのかも知れない。

また、さらに『隋書』同箇所には、朝夕と晝とで太陽の大きさに變化がないことを、すでに南北朝時代に姜岌（四世紀後半に活躍）が、地平綫附近にあるときの星々の間隔と、同じ星々が天頂附近に上ってきたときの間隔を調べ、この現象が目錯覺にすぎないことを指摘している記事も見える。⁽¹⁹⁾

これらの記事の存在をあわせ考えて不思議に思うのは、ピンホール實驗をはじめ諸實驗を考案した趙友欽が、なぜか姜岌がおこなったように、太陽の見かけの大きさを實測するという簡単な作業をしていないことである。もし、實際に朝夕と晝間の太陽の見かけの大きさを測っていれば、彼の太陽の大きさの變化の説明はもつと違ったものになったであろう。ひいては彼の宇宙像も異なっていたかも知れない。

本節を締めくくるにあたり、彼の模擬實驗を卷三「目輪分視」から示すことにしよう（圖5）。これは彼独自の宇宙像によつて月の位置を觀測すると、月の高度がどう變化して見えるかを説明するものである。一種の視差を説明する器具とい

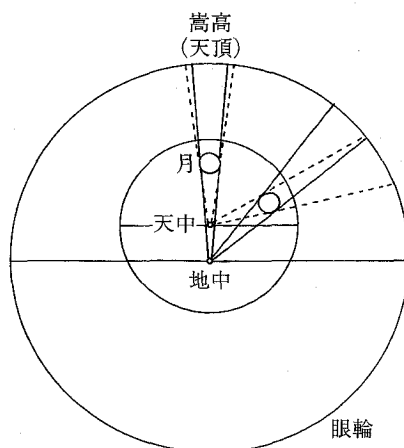


圖5 大圓（眼輪）の中心を、天中より下にさげたところ（筆者畫）

つてもよいだろう。

はじめに紙に車輪のような小圓を描き、この小圓内の適當な場所に月を位置させる。さらにもう一枚、透明な紙を用意し、この透明な紙に最初に描いた圓の直径二倍の大圓を描く（眼輪）。この大圓の中心が、最初の小圓の中心（天中）に重なるように、兩方の紙を重ねて置く。そこで、天中から透明な紙の大圓に投影される月の位置を観察してみると、月の位置すなわち高度は變化しない。以上は、從來の渾天説によつたばあいである。

ところが、彼の宇宙像によれば、大地は小圓の中心より下、つまり圖でいう天中より下になければならないから、透明な紙を下にずらして大圓の中心ある月は位置を変えずに天頂にあるが、しかし地平綫近くにある月のばあいは、實際の位置よりも高度が上にずれて見えるのである。このような方法によつて、彼の宇宙説による月の見かけの高度變化を説明したのである。

このほか同篇では、右と同じ紙を使つて、太陽の實直径は月のそれより大きい、距離の遠近によつて兩者の見かけの直径が等しく見えることを説明している。すなわち、太陽の實直径は月のその二倍あり、しかも太陽—大地間の距離も、月—大地間の距離の二倍あるために、兩者の見かけの直径が等しく見えることを説明する。そのやり方は、右の模擬實驗で使つた車輪のような紙の上に、月にたとえた黒い圓い紙を大地の近くに置き、ついで太陽にたとえた黄色い圓い紙を月よりも適宜遠くに置くことで、兩者の見かけの直径が等しくなることを説明する。太陽の實直径は月のその二倍という趙友欽の考えは、第IV節の月食のシミュレーションの箇所、授時曆が太陽（闇虛）の度数を二度、月の度数を一度

としていることにもとづく。

元朝という時代にあつて、太陽と月の大きさや宇宙空間における距離を相對化し、數値化して認識する能力や、それらを日月にたとえた紙を使つて説明するやり方は、當時においてはそうとうに知的な方法で、趙友欽の非凡な才能を示しているといふべきであらう。

II 大地像

次に、趙友欽の大地像に話を移そう。圖2に示したように、趙友欽の大地像がきわだつて特異なのは、地理上の重要なポイントとしてあげている地中、崑崙、四海の中心（原文は「四海之中」「中於四海者」）の三者が、前例のない説明だからである。

三者のうち一番目は、いうまでもなく「地中」として陽城である。地中とは、周知のように、文字通り世界の眞ん中の土地のことをいい、中國では傳統的に河南省の陽城がその地にあてられてきた。『周禮』大司徒の經文および鄭司農の注に見えるように、陽城は、この地で表（²⁰ノームン）の影の長さを測るという天文知識に依據して、傳統的に地中と決められてきた。表とは地上に垂直に立てた一本の棒のことで、太陽によつてできる表の影を利用して、方位・時間・季節などを知ることができる。古代における重要な天文觀測の器機であつた。元朝においても授時曆の編纂にあたり、冬至の日時や一年の長さを決定するために、陽城に高さ四十尺もの巨大な高表を建造している。陽城は中國の天文學においても、地理學においてもきわめて重要な土地であつた。同時に、地中は儒家の經典に記載されたこともあつて、儒家が天文學を論ずるときにも一貫して重視されてきた。

ところが、趙友欽のいう陽城は、從來の地中とは少々意味を異にする。すなわち、圖2に示すように、陽城は世界の眞ん中であることには變わりないが、さらにより限定的に、天頂（嵩高）の眞下にあり、かつ地と海の兩者を通じた中心の土地だといふのである。⁽²¹⁾

二番目の崑崙は、大地の最高地點である。崑崙はいふまでもなく道教の聖地でもある。彼がいうには、崑崙は大地のなかでもっとも標高が高く、かつ黄河の源であり、そこから東西南北へむけて萬流が流れてゆく。また、大地の大きさは、崑崙から西海までは三萬餘里、東海までは二萬里に及ばないといふ。⁽²²⁾

三番目の四海の中心は、次に引くように、天竺（インド）以北・崑崙以西である。彼の説明によると、

四海の内では、陽城を中心としない。四海の中心は、天竺以北・崑崙以西の土地である。もし、天の覆うところについて論じ、地と海を通じて中心をいえば、やはり陽城が中心である。⁽²³⁾

四海の中心については、右文以上に詳しい説明がなくわかりにくい部分もあるが、崑崙の西にあることや陽城との関係などから、四方の海に圍まれた陸地の中心と解釋できる。すなわち、四海の中心は、實質上、大地の中心である。そして、それがインド以北でかつ崑崙以西の土地であるという。追記すれば、先の崑崙にかんする記述から大地の東西距離は約五萬里であるから、すると、四海の中心は崑崙の西約五千里の地點ということになる。ただ残念なことに、「天竺以北・崑崙以西」の地が具體的にどの地を指すかを明らかにするような記述はない。また、大地が最終的にどのような形状になるのかも明言はない。

以上を整理してみれば、圖2に示したごとく、趙友欽の大地像は、天頂の眞下で大地と海の兩者を通じた中心が陽城（地中）、大地の中で最も標高が高い地點が崑崙山、陸地の中心で天竺以北・崑崙以西にあるが四海の中心ということになる。

こうして検討を重ねてくると、この前例のない彼の大地像にはあきらかに、中國の天文家や儒家が重要視してきた陽城、道教の聖山でもある崑崙山、佛教に關係の深い天竺を、同等に併置しようとする意圖が認められる。このような特異な大地像を提唱するにいたった理由は、いうまでもなく道佛一致、あるいは儒教・道教・佛教の「三教一致」を説く彼の宗教的立場を、宇宙構造説までに擴大したものに違いない。

ところで、わたしがこの大地像からだちに連想するのが、趙友欽の時代にはるかに先立つ南北朝時代に、道教と佛教が表がつくる影の長さにもとづいて、インドと中國ではどちらが世界の中心かを争った論争——いわゆる「中土邊土の論争」である。この論争は、南北朝時代の有名な天文學者で元嘉曆をつくった何承天と、佛教僧である慧嚴（智嚴ともいう）との問答に端を発している。趙友欽がこの論争を知っていたことを示す直接の證據はいまのところないが、わたしにはこの論争が趙友欽の大地像のひな型になっていると思われるので、ここで紹介しておきたい。

南北朝時代になり、道教の優劣をめぐつて、道教と佛教のあいだで論争がはじまると、論争の過程で、インドでは夏至の南中時に表の影が消える地方があるという知識が伝えられる。つまり、北回歸綫上のインドのある地方では、夏至の時、太陽が眞南の方向に達すると、太陽が天頂に位置するために表の影が消えるのである。佛教側はこの天文知識を利用して、夏至に太陽が北行して正中するとき影がなくなるのだから、天竺こそ大地の中心であり、世界の中心なのである、それゆえ天竺に佛が生まれたもうたのだと主張する。いうまでもなく、中國の地中は、上述のように陽城において表の影を測るという天文知識によって決められたものである。佛教側はその天文學的手法を逆手にとって、天竺こそ世界の中心であり、中國は世界の中心から外れた「邊土」にすぎないとして、佛教の優位性を認めるよう道教側に迫ったのである。この論争は表の影にもとづく論争以外に各種の視點から、隋唐にいたるまで繰り返し論じられ、道教側にとっても無視し得なかった。これらのことは『高僧傳』卷七・慧嚴、『廣弘明集』卷六・蔡謨、卷十三・辨正論・內三喻などに見えて

いる。²⁴

『革命新書』にはこの中土邊土の論争に言及はないが、道佛の文獻に通曉し、道佛の融合を唱え、しかも同時に天文學に通曉していた趙友欽がこの論争を知らないとは考えにくい。知っていたとすれば、天文學に造詣の深い彼にとって、天竺には表の影が無くなる土地があるという天文知識は無視できなかったであろう。いや、むしろ道佛同源や三教一致を主張するために、より積極的に利用しようと考えたかも知れない。四海の中心というアイデアには、中國の地中と崑崙を、インドの地とともに併置することで、道教と佛教を融合しようとした彼の立場が見て取れるといえるだろう。

以上、本説と前節をふりかえって趙友欽の宇宙構造説をまとめてみれば、大地は平らで、半球狀の水の上に浮いている。大地は宇宙の中心（天中）より下に位置しており、そのため地上に見えている天の割合は、地下にある天の割合よりも多くなる（地上天多、地下天少）。

大地の最高地點が崑崙で、その崑崙の東側に海と陸を通じての中心である地中（陽城）があり、崑崙の西・天竺の北に陸地の中心である「四海の中心」がある。大地の東西距離は約五萬里と考えられる。崑崙は西海から三萬餘里、東海から二萬里足らずの位置にある。地中は天中の眞下にあり、大地の東寄りに位置し、東海に近い。四海の中心は、西海からも東海からもおよそ二萬五千里離れていると考えられる。

天は固體ではなく氣からできており、日月五惑星は虛空にかかっている。天に附着してはいない。したがって、日月は天といっしょに東から西へ移るとする日月左旋説を彼は採用する。太陽の直径は月の直径の二倍であり、大地から太陽までの距離は、大地から月までの距離の二倍ある。

趙友欽は右の独自の宇宙構造説を主張しただけでなく、さらにこの説にもとづいて新しい觀測器械も複数發案している。次節で、彼のこの觀測器械を取り上げることしよう。

III 觀測器械

新しい宇宙構造説には、その宇宙構造説に適合する新しい觀測器械が必要だと趙友欽が考えていたことは間違いない。蓋天説が表（ノーマン）に、渾天説が渾儀（渾天儀）に結びついているように、新しい宇宙構造説と新しい觀測器械はしばしば不可分の關係である。

趙友欽の發案にかかる四種の器械をのべた篇が、それぞれ卷四の「經星定躔」「横度去極」「占景知交」「偏遠準則」である。これらの器械は、いずれも彼の「地上の天は多く、地下の天は少ない」という説にかなうように新たに考案された。彼は傳統的に天體觀測に使用されてきた渾儀では、彼の宇宙構造説に對應した觀測はできないとして、これら四件の器械を發案したのである。⁽²⁵⁾

今日から見てこれらの器械のなかで注目すべきは、恆星の座標を測定する二件であろう。その二件を「經星定躔」「横度去極」の記述にもとづいて、圖6、圖7として作圖して示す。圖6の「經星定躔」は、恆星の赤經差を求める器械。圖7の「横度去極」は、天の北極から任意の恆星までの度数である「去極度数」（北極距離）を求める器械である。いずれもその測定方法のアイデア自体は理論的に正しく首肯できる部分を含んでいる。

現代では天體座標は、赤道座標、黃道座標、地平座標などが用いられるが、中國ではしばしば二十八宿の度数と去極度数が使用された。二十八宿は赤道を中心としてかなり廣い範圍にちらばった有名な星座からなる。二十八宿にはそれぞれ標準星（距星と呼ぶ）があり、ある星宿の距星からとなりの星宿の距星までの赤經差（あるいは黃經差）が、それぞれの星宿の相距度数となる。「經星定躔」では、この距星の赤經差を測ることができる。

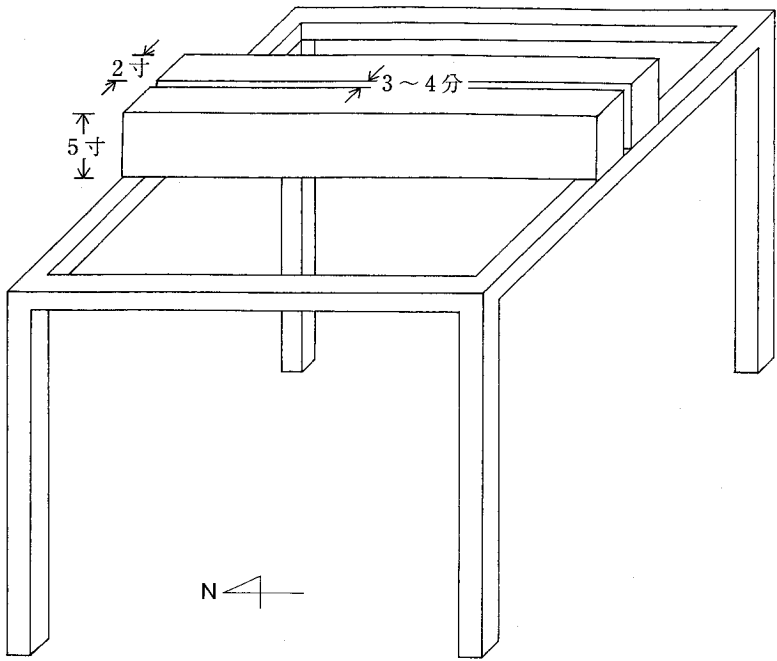


圖6 經星定臚 (筆者畫)

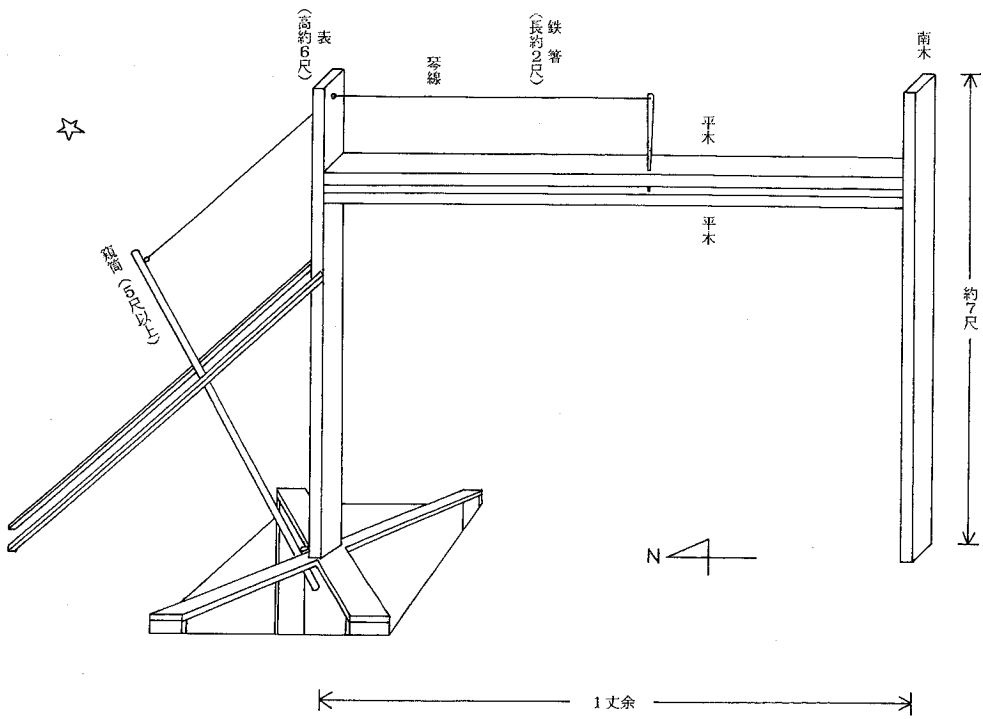


圖7 橫度去極 (筆者畫)

この二つの器械を最初に正しく解釋した現代の研究者は、藩臈氏であろう。藩氏の研究を受けて、李迪氏が作圖している。⁽²⁶⁾ただ、兩氏ともこれらの器械が彼の宇宙構造説に對應するための器械であることを踏まえた論議はしていない。

圖6によりながら、「經星定躔」の器械を説明しよう。篇名の經星は恆星の意味であり、躔は星のめぐり、やどり意味。この篇名の意味は恆星の位置を定めるということである。

この器械は、二個の恆星の南中する時間差を利用して、恆星間の赤經差を求める装置である。南北方向にそつて高さ約五寸、幅約二寸の厚みのある木材二本を平行に置く。その木材の上部には溝を作つて水を入れ、木材の水平を保つ。また、その二本の木材の間隔を三、四分と狭くし、その隙間（スリット）を子午綫がまっすぐに通るようにする。觀測者はその木材の下にもぐつて、恆星の子午綫通過を觀測する。最初の恆星が子午綫を通過してから次の恆星が子午綫を通過するのに要する時間差を、漏刻で測定して、赤經差を求める。

一回の觀測では天の半分の恆星しか觀測できないので、半年したらもう一度觀測する。また、觀測による誤差を防ぐために、この器械による觀測を複数回おこなつて精度を高めるようにするという。この器械は、恆星の子午綫通過を利用して恆星の赤經を求めるために特化した觀測機器といえる。

なお、このとき使う漏刻の箭は、この觀測にあうように特別に用意したものを使う。箭の目盛りを百四十六畫半とし、この箭を一日に百回浮沈させる。また、測定誤差を防ぐために、一カ所に四つ漏壺を置いて時刻を比較是正するようにする。さらに、趙友欽がこの器械での觀測にあたり、恆星日と太陽日を區別していることも注目される。⁽²⁷⁾

次に、圖7によりながら、「横度去極」の使用方法を説明しよう。この器械は、上述のように去極度数を求める器械である。篇名の「横度」という用語は、趙友欽の造語であろう。この器械の目盛り盤に刻む目盛りの最終的な表示の仕方は、趙友欽自身の特殊な宇宙構造説に適合するように、天頂附近では狭く、地平綫附近では廣くなるように表示するとい

う。このように彼の宇宙構造説に對應した度数を測る器械であるため、通常ならば經度にたいして緯度というところを、「緯」には「横」の意味があることから、「緯」を「横」に置き換えて「横度」と名づけたのであろう。

この器械は、前節で述べた「地中」において、南北方向にそつて、つまり子午綫にそつて設置する。その構造は單純で、觀測のための主要部品は圖の左側の表と呼ぶ一本の垂直な支柱と、その下端に取りつけた窺筒（のぞきづつ）である。窺筒は中空の筒で、長さ五尺以上、窺筒の下の方から星を觀る。

また、圖の右の鐵箸が刺してある平行な二枚の板（平木）は目盛り盤で、鐵箸や琴綫とともに度数を読みとる上での工夫をほどこしてある。下の平木の左側には、一寸を一度として、等間隔で四分の一周天の度数（中國度で九十一度餘⁽²⁸⁾）を刻む。おなじ平木の上面の右側には、左側の等間隔の度数をもとに、天頂附近は狭く、地平綫附近では廣くなるように度数を刻む。しかも彼の宇宙構造説によれば「地上の天は多い」ので、四分の一周天度以上を目盛る必要があるという。また、上側の平木には、目盛りにそつて、鐵箸を刺すための穴が點々と開けてある。窺筒と鐵箸は一定の長さの琴綫で結ばれているので、窺筒が角度を變えるのにしたがつて、鐵箸も刺す位置を前後に移動させるという仕組みである。

觀測は二人が組んで行く。一人が表の下に掘つた穴の中で子午綫上の星を窺筒の中に入れると同時に、別の一人が窺筒と繋がっている鐵箸の位置から目盛りを読みとる。この時に読みとつた度数は、その星の天頂距離である。

あらかじめ觀測に先立つて、天の北極を窺筒に入れ、その位置を基準點として目盛り盤上に記しておく。かくて最終的に、觀測で読みとつた天頂距離を、目盛り盤上に基準點として記した天の北極の位置と照合することで、その星の「去極度数」が求められるのである。

南天の觀測が終わつたら、この器械を北に向けて北天の恆星も觀測する。誤差が生じることに備えて、この器械を二つ使用して比較檢證する。

この他、残りの二種の器械も一瞥しておこう。「占景知交」は先端に丸い球状のものをつけた表（ノームン）で、交食についての情報を得るための器械。「偏遠準則」は彼の宇宙構造説にもとづいて方位を正すための器械。「占景知交」と「偏遠準則」の兩器械もまた、彼の宇宙構造説に對應するように考案した器械であるが、實用に供するのは難しいであろう。

以上の四件が實際に製作されたかどうかは不明である。残念なことに、これらの器械による観測結果も残されていないし、彼のアイデアが後の中國天文學に繼承された形跡も見られない。これら四つの器械はどちらも彼独自の宇宙構造説に適合した観測ができることを目的としているために、現代から見れば奇妙な點もある。しかし、「經星定躔」「横度去極」に見るように、測定方法の原理自體には合理的なものを含んでいる。趙友欽がこのような中國に前例の見られない独自の恆星観測のための器械を發案したことは、大いに評價されるべきであろう。また、新しい宇宙構造説には新しい天文器械が必要だと考えた彼の發想法はもちろん、観測器械を生み出したそのアイデア、誤差を考慮した観測法もまた高く評價されるべきである。

ところで、従来、中國には「經星定躔」「横度去極」のような發想の器械は見られなかった。しかし、イスラムには構造や使用目的は違うものの、観測法の原理や装置の一部に共通性が見られる器械がある。それゆえ趙友欽がイスラム天文學と接觸したのではないかという疑いがもたれる。たとえば、圖7のように垂直に立てた支柱とのぞき筒がなす角度を利用した器械には、十三世紀に中國と交流のあったペルシャのマラガ天文臺の Parallactic ruler (圖8)²⁹、および元代に中國でつくられた七種のイスラム器械を記載する『元史』天文志・西域儀象志の「咱禿朔八臺」³⁰をあげることができる。ただ、趙友欽の器械の場合は、支柱とのぞき筒は支柱の下端で止められているが、イスラムのものは上端で止められているなどの違いがあつて、同一器械とはいえない。

圖6のように、ただたんにスリットを使っているという器械ならば、西域儀象の「魯哈麻亦渺凹只」「魯哈麻亦木思塔

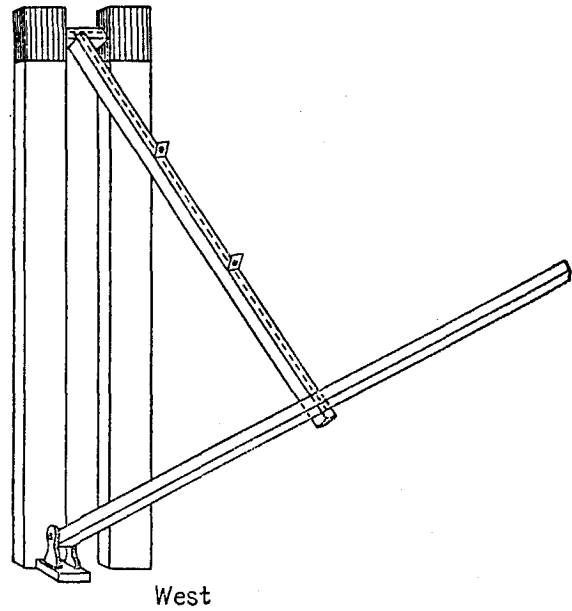


圖8 Parallactic Ruler (藪内清『中國の天文曆法』二五〇頁より)

餘」も装置の一部にスリットを使っている。

時代背景を見ても、元朝にはイスラム天文臺である回回司天臺が設立され、西域人が天文臺長官になるなど人的交流もあった。授時曆の編纂時に製作された天文器械にも、西方の天文学の影響があるとされる。しかしながら、拙稿「趙友欽の生涯」で彼の傳記資料を検討したかぎりでは、西域人と接觸したのは西域の康里國の王族に招かれたときだけであって、回回司天臺に出向いたとか、西域の天文学を學んだといった證據は見いだせなかった。誤解なきように断っておくが、ここでわたしが指摘しているのは、目下のところ趙友欽の器械とイスラムの器械には部分的な共通性が見られるという点だけであって、ただちに趙友欽がイスラムの器械から影響を受けたと結論づけている彼がイスラム天文学から刺激を受けた可能性はありそうだが確

IV 月の満ち欠けと食

この節では、月の満ち欠けと食について、趙友欽の説明に耳を傾けてみよう。

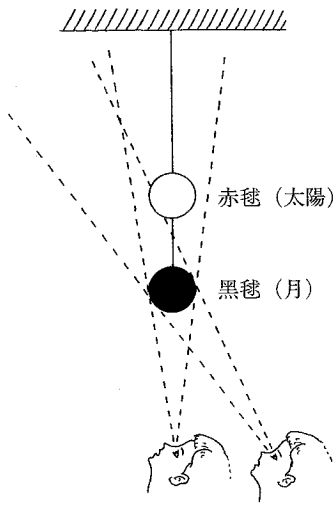


圖9 日食 (筆者畫)

月が太陽の光を反射して輝くことは、すでに漢代には指摘があった。そのことは遅くとも前漢に成立していたと考えられる『周髀算經』や、『爾雅』釋天・疏が引用する前漢の京房の言説によって知られる。⁽³¹⁾ 北宋になると、沈括が銀丸を使った適切な比喻でそれを説明している。⁽³²⁾

趙友欽は彼の肖像を紹介したところでのべたように、月が太陽光を反射して輝くことや月の満ち欠けなどの現象を説明するために、月にたとえた黒い漆塗りの球を使ってデモンストレーションをおこなっている(卷三・月體半明)⁽³³⁾。書間、家の軒下で、黒い漆塗りの球に日光を反射させると、反射した光が家の外壁の影の部分をも明るく照らす。この時、黒球を見ると、日光のあたった半面はつねに光っているが、もう半面は光っていない。このモデルによって、月がみずから光っているのではなく、太陽の光を反射してその半面が輝いていることを彼の讀者に示してみせた。さらにこの黒球のたとえで、月が缺けたり満ちたりする月相の變化や、月本體が物理的に缺けたり丸くなったりしていないことも説明している。この説明は後世の人々にもわかりやすかったとみえて、いくつかの文獻に引用が見える。⁽³⁴⁾

一方、日月食がどうして起きるか、古代においてその原理を理解することは、一般的に言えば、日食のほうがやさしく、月食のほうが難しかった。日食は太陽を月が被うことによって起き、月食は月が地球の影に入ることによって起きる。すでに漢代の文獻に、日食は太陽を月が被うことで起きるという認識が見える。⁽³⁵⁾

趙友欽も日食の原理を正しく理解している。その上で、二個の球を使った日食にかなする簡単だがおもしろい装置を考案している(卷三・日月薄食)⁽³⁶⁾。それを圖9に示す。これは観測者の観測する地點によって日食の食分が變化することを説明するものである。まず一本のヒモに、同じ大き

さの二個の球を適當な間隔を開けてつるす。上の球は太陽になぞらえて赤い球、下の球は太陽を被う月になぞらえて黒い球である。さて、この一本のヒモにつるされた二球を眞下から見れば、黒球が赤球を完全に被っており、この場合は皆既食である。つぎに、二球の眞下から少し離れて見ると、黒球の向こうに赤球が少し見えるようになり、これが部分食である。さらに、見る位置を少しずつずらしてゆくと、黒球が赤球を隠す割合が少しずつ減少してゆき、それが部分食の食分の變化を表す。

一方、月食の説明として漢代以降の文獻にしばしば登場する説は、闇虚説である。闇虚は、暗虚とも書く。闇虚は、地をはさんで太陽とちょうど反対の位置にある太陽の光が射さない暗い空間のことで、その大きさは太陽と同じ大きさである。太陽が陽の氣からなるのに對し、闇虚は陰の氣からなる。この陰の氣からなる闇虚の中に、月が入ると月食が起り、星が入ると見えなくなる。闇虚説は歷代の曆法を編纂してきた曆家が採用しており、正史に見える闇虚説もその多くがこの闇虚説である。たとえば、『隋書』天文志・中・七曜が張衡のことばとして説明する闇虚説は、典型的な闇虚説といえるだろう。⁽³⁷⁾

趙友欽の月食にかんする考えをよりよく理解するためには、中國の月食理論の變遷を理解する必要があるが、すべてを論じることではできないので、ここでは趙友欽の前後の時代を少し一瞥するにとどめよう。たとえば、宋の朱熹にも月食についての考察がある。朱熹の天文學を再構築した山田慶兒氏によると、朱熹は月食についてもさまざまな思索を重ねており、地影への言及もあるが、最終的には太陽の中に闇虚があつて、その闇虚と月が眞正面に相對するとき、月食が起きるとする從來の曆家とは別の闇虚説を唱えているといふ。⁽³⁸⁾

中國でも、月食は、月が地の影に入ることと起きるとする地影説を提言している人々もいる。趙友欽より遅れるが、明末清初の人である史伯璿は『管窺外篇』卷上で、食にかんする宋學者などの説を検討して、曆家のいう闇虚は地の影であ

る可能性を指摘するにいたっている⁽³⁹⁾。また、奇しくも『革象新書』の節略本の序文を書いた明の宋廉も、「楚客對」という一文で地影説に言い及んでいる⁽⁴⁰⁾。中國では日食についてはやくから正しい理解に達していたが、月食となると闇虚説を軸としながら、地影説を含めさらなる解釋が試みられていた可能性が考えられる。

趙友欽の時代にも地影説を主張する人がいたことは、彼が「日月薄食」篇の最後のほうで、「或曰」として地影説を紹介していることからわかる⁽⁴¹⁾。彼はその地影説を紹介した上で同説に反対し、闇虚は地影ではないと主張した。彼が地影説を否定した根據は、月食のときに月面に丸く映る地球の影である。もとより今日では、月食のときに月面に映る丸い影は、地球が球であることを示す一證據として理解されている。しかし、彼の考えによれば、月面の影が大地の影ならば、その影は地中である陽城の周辺の地形を反映したかたちになっているはずである。言い換えれば、影が丸いかたちであるからには、陽城の地は半分に切った瓜を伏せたように丸く盛り上がっていないなければならない。そこで、わざわざ實際に陽城に赴きその地の地勢を観察してみたところ、陽城は周囲の土地より高く盛り上がっておらず、地平綫は北から南へと直綫的に低くなつて行くだけであつた。大地を平面と考える彼は、月が地影によつて食するならば、月面に映る影も直綫でなければならぬと考へていたのである。結局のところ、趙友欽は月食を、曆家の闇虚説を越えて理解することはできなかったようである。しかし、「日月薄食」篇のこの月食にかんする一文は、正確な觀察記錄となつてゐるし、彼の實地に觀察してみようとする實證的態度もよく表している。ちなみに、ここの一文から趙友欽が考へていた大地の大きさが、今日のわたしたちが知つてゐる地球の大きさよりも、はるかに小さかつたことも推察できる。

この節を終えるにあつて、ふたたび彼のシミュレーションを「日月薄食」篇（五葉裏―七葉裏）から紹介しよう⁽⁴²⁾。圖 10 に示すように、授時曆の月食理論を、紙と板をつかつてシミュレーションによつて説明するものである。授時曆は、元朝下で使用された曆法であり、中國を代表するもつともすぐれた曆法でもある。

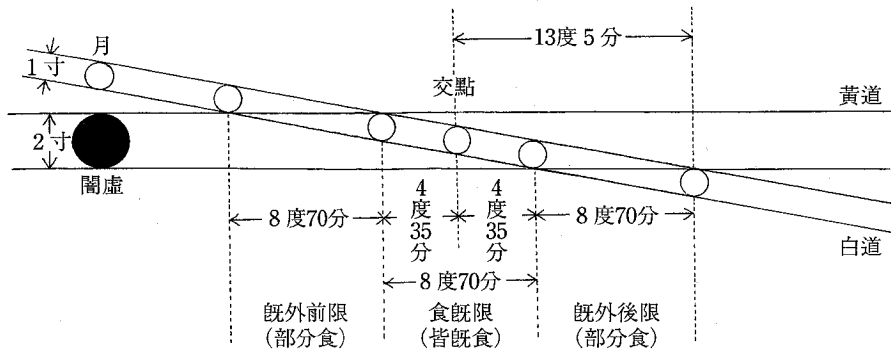


圖10 月食 (筆者畫)

はじめに、闇虚と月を模して板を丸く切り抜く。ただし、闇虚と月の大きさは同じではない。授時曆によると闇虚の直径は二度、月の直径は一度なので、それぞれ直径二寸と一寸の圓盤をつくる。大きいほうは黒く塗って闇虚とし、小さいほうは白く塗って月とする。次に、紙上に闇虚の軌道（同時に太陽の軌道でもある）である黄道と、月の軌道である白道を交差するように描く。黄道は二度の廣さなので二寸、白道は一度の廣さなので一寸とする。これらの準備をしたところで、二つの軌道の上を交點に向けて、黒と白の圓盤を移動させて行く。月食が起きる限界である食限界は、圖のように十三・〇五度なので、その地點で黒い圓盤と白い圓盤が重なれば部分食。さらに兩圓盤を交點に向けて進めて行き、交點から四・三五度内に入れば皆既食がはじまる。交點の左右四・三五度以内は皆既食である。その際、月の缺ける割合を表す食分の説明として、黄經差〇・八七度ごとに食分が一分ずつ増えてゆくとして説明される。いまでもなく食分が最大となる食甚は十五分である。食限界十三・〇五度は實際の数値より大きすぎるが、その他の數値と同様にすべて授時曆の値を採用したものである。

この月食のシミュレーションは、『元史』の授時曆にも、彼以前の文獻にも見えず、出色といつてよいだろう。④もともと、中國の公的な天文學の記録である正史の律曆志や天文志には、右のような道具を使用したシミュレーションや幾何學的な食の説明はそう多くは見えない。また、中國の曆法自體が代數學的であつて、幾何學モデル

を用いた説明が少ないので、その曆法の計算方法から明確な宇宙モデルを想像するのは難しい傾向がある。このため、この板や紙を使った説明は、彼の讀者にとつて、食理論や授時曆を理解するために大いに役立ったであろう。『革象新書』の記載から総合的に見て、授時曆を越えているようなことはないが、代數的な授時曆を幾何學的なモデルによつて理解しようとする彼の研究態度は、注目に値するといえる。

V 書名の意圖

『革象新書』という書名は、なにを意圖してつけられた書名であろうか。また、なぜ「革象」という名がついているのか。なぜ「新書」なのであろうか。

この著作は、新しい宇宙構造説や、道佛融合の大地像、新しい天文器械、日月食理論など從來の天文理論の全面的檢討など、著作全體が新しさを志向していることからだけでも、「新書」と名づけた意圖はじゅうぶん理解できるだろう。

それでは、革象とはなにか？ 趙友欽は革象ということばを選んだ理由を、なにものべていない。また、革象ということばもまた、一見してすぐにその意味を理解できるとは言い難いだろう。

革象ということばの由來を調べてゆくと、このことばは『易』革卦の大象の文にもとづくのではないかという見解に行き着く。この見解は古くは『四庫全書簡明目錄』に指摘があり、近人の A. Volkov 氏もその説を支持している。⁽⁴⁴⁾ 私もこの意見がもつとも妥當であると思う。その革卦の大象の全文は、次のとおり。

象に言う。澤の中に火があるのが、革である。君子は（この革卦によつて）曆を治め四季の推移を明らかにする。⁽⁴⁵⁾ さらにその正義には、そのまま革象ということばが見えている。

正義に言う。大象の「澤の中に火があるのが、革である」とは、火が澤の中に在って、火と水の二つの性が食い違つており、必ず改變が起きる。それゆえ革卦の象かたち——革象——とするのである。大象の「君子は（この卦によって）曆を治め四季の變化を明らかにする」とは、天時が改まったので、それゆえ曆數を用いなければならない。ゆえに君子はこの革卦の象——革象——を觀て、曆數を修治し、天時を明らかにするのである。⁽⁴⁶⁾

革卦の䷰のかたちは、水である澤三の中に火三があるかたちになっている。これは、水と火がともに争い、陰陽相克して、變革がもたらされる象かたち——革象である。そこで、この卦象にのつとつて、君子は曆法を製作し、四季の推移を明らかにするのである。農業國家である古代中國では、農耕のためには正しく季節の變化を知らねばならず、そのために適切な曆法に改曆することが君子の重要任務であつた。しかも、中國では革命によって王朝が交代するたびに、新王朝の樹立を天下に明らかにするために、新しい曆法を頒布することが、新しい王者の務めであつた。

いったい、革象とは變革の象であり、革命のシンボルであり、大象の文に見るように改曆に結びついたことばである。このことから考えれば、趙友欽はやはり改曆を志してこの書名をつけたと理解しなければなるまい。彼は從來の天文學を改め、新しい天文學を構想しようとしたと見なすべきなのである。

だが、彼はただたんに新しい天文學を目指しただけであろうか。彼の生涯をこの書に重ね合わせてみると、さらに積極的な理由があつたと思われる。ここでわたしの推理を示しておこう。

趙友欽は宋末・元代の道士だが、その出自は、元によつて滅ぼされた南宋王朝の宗室に連なる人物である。しかも、幼少時、十歳にも満たないときに、宋元交代の戦火にあつていと思われ⁽⁴⁷⁾る。かくて、宋王室からの庇護がまったく期待できなくなった幼い彼が、征服王朝の元朝の支配のもとで生きてゆくためには、野に潜んで道士にでもなるより道はなかつたであろう。それも宋王朝の再興を期して野に潜んだことは想像に難くない。『仙佛同源』の彼の序文で、元朝をその蔑

稱である「胡元」(異民族の元朝)と呼んでいるテキストがある。⁽⁴⁸⁾もしこのテキストが『仙佛同源』のより本来のかたちを傳えているとすれば、趙友欽が元朝を恨んでいたことは間違いないだろう。異民族王朝の元は正統な中國王朝ではなく、宋朝こそ中國に再度君臨すべきであると彼が考えたであろうことは、おおいにうなずけることである。中國では、新王朝の君主が新しい曆法を制定することが、新王朝の樹立を全國に知らしめる役割を持っていたから、王朝再建のためには、新王朝にふさわしい曆法の研究がかかせない。だからこそ、宋王朝の再興を願う彼は、新王朝の改曆に備えて、在野にあつても天文學の研究をつづけたのである。そういう祕めたる革命の動機のもとに著されたのが、『革象新書』というユニークな書物なのであつた。

『革象新書』という書名には、「革」といい、「新」といい、新しさを指向する彼の意欲が二重に満ちている。新天文學を樹立しようとする趙友欽の意欲がなみなならぬものであつたことを、なによりも雄辨に物語つていふべきである。

おわりに

民間に住み天文學に精通している道士。趙友欽をひとことで形容すれば、そのように表現できるだろう。すでにのべたように、趙友欽には『仙佛同源』という宗教書が現存している。また、彼の弟子である陳致虛の著作中にも趙友欽への言及や師のことばの引用がある。⁽⁴⁹⁾今後は道教側からのアプローチとあわせて、彼の科學活動、宋學の影響、彼が後世にあたえた影響などに、再度、総合的に光を當てることができれば、よりあざやかに彼の人生を歴史のなかに浮かび上がらせることができるだろう。同時に、道教と科學との關わりを考えるための新たな材料を、歴史研究に附け加えることもできる

だろう。

中國天文學は、元來、皇帝など時の支配者に奉仕する科學としての性格を強く持つている。だからこそ歴代の王朝は、王立の天文臺を設置し、豊富な人力と財力を使い、大型の觀測器械を製造し、さらに民間にはない天文書や觀測データを蓄積して、その發展と維持を支援してきた。いわば、中國の天文學は、國家科學としての特徴をそなえているといえる。趙友欽が生きた元朝においてもその状況は同様で、授時曆は巨大な國費と多數の才能を投入して完成され、司天臺や太史院、回回司天臺などの國立の天文臺や機構が設置された。『革象新書』の天文學的な水準を、そのような皇帝や國家のバックアップを受けておこなわれた官製の天文學とくらべてみれば、劣る面があるのは當然である。組織と個人の差は歴然である。

だが、見逃さないでおこう。『革象新書』には、官製の天文學にはない斬新なアイデアがたくさん盛られていることを。宇宙構造説における新奇なアイデア、独自の模擬的な實驗、宗教と天文學、觀測器械など、既製の概念からはなれた自由な發想があることを、忘れないでおこう。このような自由なアイデアとユニークさもやはり、中國天文學の多様性なのである。民間における多様性と、道教活動とともに営まれた天文學、これらもまた中國天文學の發展を支えてきた要因として、正しく評價されなければならないのである。

注

(1) 本稿は、當初、京都大學人文科學研究所の共同研究班「中國技術の傳統」(一九九六～二〇〇二年・班長田中淡教授)において一度發表し、研究報告に掲載する豫定であったが、諸般の事情により刊行が遅れたため班長の承諾を得て、改めて今回掲載するものである。この間に、本稿の英譯が次のように出版された。ARAI Shinji, "Astronomi-

cal Studies by Zhao Youqin," *Taiwanese Journal for Philosophy and History of Science*, Number 8, 1996—1997 (Volume 5, Number 1, April 1996), Yuan-Liou Publishing Co., LTD. (TAIWAN), pp. 59—102. なお、この *Taiwanese Journal for Philosophy and History of Science* は趙友欽の特集號で、拙稿以外に次の三論文を收録する。Alexei Volkov, "Science and Daoism: An Introduction." 同 "The

- (2) Mathematical Work of Zha Youqin: Remote Surveying and the Computation of π ." Daivie Fu, "Crossing Taxonomies and Boundaries: A Critical Note on Comparative History of Science and Zha Youqin's Optics."
- (2) 圖1は、國立故宮博物院（臺北）所藏の『道範正宗五經四書大全』（編纂者不明）に收録されている『仙佛同源』に附された圖である。『仙佛同源』の他の版本には、同圖がない。同圖の入手には李玉珉氏に協力いただいた。心より謝辭を呈したい。
- (3) 陳致虛『周易參同契分章註』卷上・日月懸象章第三「緣督子以革象詢人、以黑漆毬于簷下映日」。
- (4) 野村英登「趙友欽の内丹思想」（『東方宗教』第一〇〇號、二〇〇二年）。「玄珠綺想——道教鍊金術と寶珠信仰」（『東洋大學中國學會會報』第九號、東洋大學中國學會、二〇〇二年）。
- (5) 拙著「趙友欽の生涯」（田中淡編『中國技術史の研究』京都大學人文科學研究所、一九九八年）。
- (6) ピンホール實驗は、王錦光「趙友欽及其光學研究」（『科技史文集』第十二輯、上海科學技術出版社、一九八四年）などに詳しい。なお、趙友欽にとってピンホール實驗はたんなる光學の實驗ではなく、天文學のための實驗であった。「小罅光景」篇の冒頭で、ピンホール實驗の動機が、日食のときに部屋の節穴を通してできる光の像の變化を調べる目的であることが語られている。また、光源の形も、食のときの太陽や月の形になぞらえていることがそれを物語る。
- (7) 潘鼎「中國恆星觀測史」（學林出版社、一九八九年）、（一）元趙友欽《革象新書》與蘇熙載《天文精義》、三三—三八頁。李迪「中國古代測量天體赤道座標的方法」（『內蒙古師範大學報』一九九二年第三期）。中國天文學史整理研究小組編著『中國天文學史』（科學出版社、一九八一年）五三、一四〇、一七〇頁。薄樹人「中國古代的恆星觀測」（『科學史集刊』一九六〇年・第三期）五〇頁。劉鈍「趙友欽」（杜石然主編『中國古代科學家傳記』下集、科學出版社、一九九三年）六九—一頁。王立興「渾天說的地形觀」（『中國天文學史文集』第四集、科學出版社、一九八六年）一三八—一九頁。天文學以外の論文は、前掲「趙友欽の生涯」注（10）と「追記」を見よ。他に次の論文もある。祝業平「道家文化與科學」（中國科學技術大學出版社、一九九五年）、第六節・趙友欽及其天文物理研究、一六六—一七三頁。蓋建民「道教科學思想發凡」（『社會科學文獻出版』、二〇〇五）九二—一六頁。孔國平「趙友欽及其《革象新書》的數學成就」（『中國科技史料』第十九卷第二期、一九九八年）。
- (8) 中國の宇宙構造説および渾天説に关する文獻は各種あるが、ここでは次の諸篇をあげておく。數内清編著『中國中世科學技術史の研究』（角川書店、一九六三年）、D・宇宙論、一七七一—一八五頁。數内清編著『中國天文學・數學集』（朝日出版社、一九八〇年）、三・中國の宇宙構造論、二一—四四頁。山田慶兒『朱熹の自然學』（岩波書店、一九七八年）、I・宇宙論前史、十三—四六頁。中國天文學史整理研究小組編著『中國天文學史』（科學出版社、一九八一年）、第八章・宇宙理論的演進、一六一—一七三頁。傅大爲「論《周髀》研究傳統的歷史發展與轉折」（『清華學報』新十八卷第一期、民國七十七年六月）。Christopher Cullen, *Astronomy and mathematics in ancient China: the Zhou bi suan jing*, Cambridge University Press, 1996. Joseph Needham with the collaboration of Wang Ling, *Science and Civilization in China*, Vol. 3, Cambridge University Press, 1959, pp. 210—228. 邦譯は「中國の科學と文明」（思索社、一九七六年）第5卷、四〇—六一頁。Nathan Sivin, "Cosmos and computation in early Chinese mathematical astronomy," *Science in Ancient China*, Hampshire Variorum, 1995, the first edition was published in 1969 (*Young Pao* 55, Leiden: E. J. Brill).
- (9) 卷一・天道左旋・二葉裏「以此觀之、天如蹴毬、內盛半毬之水、水上

浮一木板、比似人間地平、板上雜置微細之物、比如萬物、蹴毬雖圓轉不已、板上之物、俱不覺知」。

- (10) 卷三・日月薄食・十葉裏「大地卻非圓體」とあり、大地は球でないといっている。注(41)を見よ。

- (11) 趙友欽の宇宙像は、朱熹や宋學の天文知識を繼承した部分があると思われる。朱熹の宇宙論を仔細に検討した山田慶兒氏が、朱熹の宇宙像を再構成している。前掲の同氏『朱熹の自然學』一七〇頁・圖10を見よ。同氏の考察によると朱熹の宇宙像でもやはり、天は氣から成り、太陽と月は天と一緒に東から西へ移り(日月左旋)、しかも天の上の外側にある水の存在も想定していない。趙友欽が朱熹の著作を読んでいたことを示唆する事實として、卷四「渾儀制度」の記述が、朱熹が『尚書』舜典「在璿璣玉衡、以齊七政」の句につけた注と共通性があることを指摘できるだろう。

- (12) 卷一・天周歲終・十一葉「舊云、天道左旋、日月右轉、蓋謂日月附著天體、天雖一晝夜而周、太陽於天止移一度、太陰則移十三度有奇。在後推測、却是日月與天道、相遠而不附於天、……(中略)……由是觀之、日月右旋之說、乃曆家用逆推之術、取其簡省籌策耳」。また注(13)も参照。

- (13) 卷三・五緯距合・十三葉裏「往古謂天道左旋、七政右轉、如蟻旋磨、磨順蟻逆、磨疾蟻遲、故天引之而西、後世考驗、乃知兩曜懸虛運轉、本不附於天、各有所行之道、恐五緯亦然」。同・十八葉「日月行於天、雖懸空而不附著天體、意其必須憑托天地之氣、天體左旋而氣亦左旋、日月之行、以適地而言之、是見其左旋矣、以經度考之、亦可言其憑氣而右旋、倘五緯皆是懸虛運行、其左右旋亦猶是也」。卷一・天道左旋・二葉裏「謂天體轉旋者、天非可見其體、因眾星出沒於東西、管轄於兩極、有常度、無停機、遂即星所附麗、擬以爲天之體耳」。

- (14) 注(9)参照。

- (15) 卷二・天地正中・十五葉表「遠視物則微、近視物則大、故當午之日似

盤盂、出沒之日如車輪、豈非午日與人相遠邪、然又疑東西與人相遠者、蓋爲午日熱而又似乎火之近人也、殊不知太陽久照則熱、殆不可以遠近論、星度高升者則見其密、低垂者則見其疏、由是觀之、天頂遠而四傍近矣」。

- (16) 鈴木敬信『はじめての天文學』(誠文堂新光社、一九八三年)九二—三頁。

- (17) 長文なので全文引用しないが、『隋書』天文志・上・天體「舊說渾天者、以日月星辰、不問春秋冬夏、晝夜晨昏、上下去地中皆同、無遠近」以下の文を参照。ちなみに、『列子』湯問篇にも、この太陽の見かけの大きさと寒暖の變化にかんする説話が載っている。「孔子東遊、見兩小兒辨鬪、問其故、一兒曰、我以日始出時去人近、而日中時遠也、一兒以日初出遠、而日中時近也、一兒曰、日初出大如車蓋、及日中則如盤盂、此不爲遠者小而近者大乎、一兒曰、日初出滄滄涼涼、及其日中如探湯、此不爲近者熱而遠者涼乎、孔子不能決也、兩小兒笑曰、孰爲汝多知乎」。湯問篇では、二人の子どもが孔子を揶揄する説話となっている。道士の趙友欽は、この湯問篇の説話をなんらかの形で意識していたかもしれない。

- (18) 『隋書』天文志・上・天體「桓譚新論云、漢長水校尉平陵關子陽、以爲日之去人、上方遠而四傍近、何以知之、星宿昏時出東方、其間甚疎、相離丈餘、及夜半在上方、視之甚數、相離一二尺、以準度望之、逾益明白、故知天上之遠於傍也、日爲太陽、火爲地陽、地陽上升、太陽下降、今置火於地、從傍與上、診其熱、遠近殊不同焉、日中正在上、覆蓋人、人當天陽之衝、故熱於始出時、又新從太陰中來、故復涼於其西在桑榆間也、桓君山曰、子陽之言、豈其然乎」。

- (19) 『隋書』天文志・上・天體「姜岌云、餘以爲子陽言太陽下降、日下熱、東哲言天體存於目、則日大、頗近之矣、渾天之體、圓周之徑、詳之於天度、驗之於暑影、而紛然之說、由人目也、三伐初出、在旁則其間疎、在上則其間數、以渾檢之、度則均也、旁之與上、理無有殊也、

夫日者純陽之精也、光明外曜、以眩人目、故人視日如小、及其初出、地有遊氣、以厭日光、不眩人目、即日赤而大也、無遊氣則色白、大不甚矣、地氣不及天、故一日之中、晨夕日色赤、而中時日色白、地氣上升、蒙蒙四合、與天連者、雖中時亦赤矣、日與火相類、火則體赤而炎黃色、日亦宜矣、然日色赤者、猶火無炎也、光衰失常、則爲異矣。

〔周禮〕地官・大司徒「日至之景、尺有五寸、謂之地中、天地之所合也、四時之所交也、風雨之所會也、陰陽之所和也」、注「鄭司農云、土圭之長尺有五寸、以夏至之日、立八寸之表、其景適與土圭等、謂之地中、今潁川陽城地爲然」。

趙友欽の陽城にかんする記述は次のとおり。卷二・地域遠近・十六葉裏「十八葉裏」古者測得陽城爲地中、然非四海之中、乃天頂之下、故曰地中也」「如此陽城距東海甚近、天下之地多在地中以西、地中之東、必皆水矣」「若論天之所覆、通地與海而言中、却是中於陽城」。これらから趙友欽の陽城についての説明は、次の諸點にまとめられる。陽城は四海の中心（四海之中）ではない。陽城は天頂の眞下にある。陽城は東海にたいへん近い。したがって、大地は陽城の東側よりも、西側のほうにより多く廣がつている。陽城は地と海の兩者を通じた中心である。

卷二・地域遠近・十七葉裏「黃河之源、爲崑崙、乃是天下地平最高處、東則萬水流東、西則萬水流西、南北亦然、彼處名閭摩黎山（案、唐書作閭摩黎山）、蓋西蕃語也、其山距西海三萬餘里、距東海不及二萬里」。閭摩黎山の名は、『新唐書』卷二二六下・吐蕃下に見える。

卷二・地域遠近・十八葉「四海之内、不中於陽城、中於四海者、天竺以北、崑崙以西也、若論天之所覆、通地與海而言中、却是中於陽城」。『高僧傳』卷七・慧嚴（大正新修大藏經・五十卷・三八八頁a）「東海何承天以博物著名、乃問嚴、佛國將用何曆、嚴云、天竺夏至之日、方中無影、所謂天中、於五行土德、色尚黃、數尚五、八寸爲一尺、十兩當此土十二兩、建辰之月爲歲首、及討覈分至、推校薄蝕、顧步光影其

法甚詳、宿度年紀咸有條例、承天無所厝難、後婆利國人來、果同嚴說。『廣弘明集』卷六・歲謨（大正新修大藏經・五二卷・一二六c—七頁a）「謨之諷議、局據神州一域、以此爲中國也、佛則通據閭浮一

洲、以此爲邊地也、即日而敘、斯國東據海岸、三方則無、無則不可謂無邊可見也、此洲而談四周環海、天竺地之中心、夏至北行、方中無影、則天地之正國也、故佛生焉、況復隄封所及、三千日月、萬億天地之中央也、惟佛所統、非謨能曉、且庸度生常保局水、執自以古同、謂家自爲我土樂、人自以爲我民良、不足怪也、中原高洛土圭、測影以爲中也、乃是神州之別中耳、至時餘分、不能定之。同書・卷十三・辨正論・內三喻（大正新修大藏經・五二卷・一七六頁b）「按法苑傳・高僧傳・永初記等云、宋何承天與智嚴法師共爭邊中、法師云、中天竺地、夏至之日、日正中時、豎木無影、漢國影臺、至期立表、猶餘陰在、依算經、天上一寸、地下千里、何乃悟焉、中邊始定、約事爲論、中天竺國則地之中心、方別拒海五萬餘里、若准此土、東約海濱、便可震旦本自居東、迦維未肯爲西、其里驗矣」。この中土邊土の論争については、吉川忠夫『六朝精神史研究』（同朋舎、一九八四年）第十二章・中土邊土の論争を参照。

卷四・經星定躔・六葉裏「但地平不當天半、地上天多、地下天少、世人與天之高處相遠、四傍之低天則相近、天高處望度差於密、天低處望度差於疏、渾儀不可以測」。同卷・横度去極・八葉表「渾儀不可測經度、亦不可測横度、今既別立測經度法、亦當別立測横度法」。渾儀不可測經度、亦不可測横度」とあることから、趙友欽が經度と横度を對にしていることが分かる。

注（7）の潘鼎と李迪の論文を参照。李氏は潘氏の考察をもとに作圖している。當初、李氏の論文は入手できなかったが、最近、インターネットで検索して論文を直接ダウンロードできるようになって作圖していたことを知った。

卷四・經星定躔・六葉裏の漏刻の箭の説明の箇所に「毎日天體繞地一

周、則是運行三百六十六度餘四之一」とあり、さらに卷一・天周歲終・十二葉裏「古人又云、天與日會者、天體每日遷地而行三百六十六度餘四之一、太陽每日遷地一周、計三百六十五度餘四之一、天不可知其體、但以經星言之、天速日遲、每日不及一度、一年而不及一周、則日復舊躔」とある。すなわち、一日に、天は地をめぐること三百六十六と四分の一度、太陽は地をめぐること三百六十五と四分の一度と比べていることから、趙友欽が現代でいうところの恆星日と太陽日を區別していることが分かる。彼は、現代と異なり、地ではなく天の方が回轉すると考えている點に注意。

なお、中國天文學では周天の度數を三六〇度ではなく、三百六十五度有餘に分かつ。三百六十五度有餘に分かつのは、周天度數を一年の日數に對應させているからである。中國度の一度は、現行度の〇・九八五六度とほぼみなすことができる。戴内清『增補改訂・中國の天文曆法』（平凡社、一九九〇年）、二九四頁を参照。

中國天文學では、周天を三百六十五度有餘とする。したがって、四分の一の周天は九十一度餘となる。注(27)を見よ。

(29) 前掲『增補改訂・中國の天文曆法』、二五〇頁。

(30) 西域儀象については次を参照。宮島一彦『元史』天文志記載のイスラム天文儀器について(戴内清先生頌壽記念論文集『東洋の科學と技術』同朋舎、昭和五七年)、四〇七―二七頁。前掲『中國天文學史』、四・西域儀象、一九九―二〇二頁。

(31) 『周髀算經』卷下「日光月、月光乃出、故成明月」。「爾雅」釋天・疏「京房云、月與星辰、陰者也、有形無光、日照之乃有光……(略)……」。

ジョセフ・ニーダム『中國の科學と文明』卷五、六〇頁参照。

(32) 沈括『夢溪筆談』卷七・象數一・一三〇條「日月之形如丸、何以知之、以月盈虧可驗也、月本無光、猶銀丸、日耀之乃光耳、光之初生、日在其傍、故光側而所見纔如鉤、日漸遠、則斜照、而光稍滿如一彈丸、以粉塗其半、側視之、則粉處如鉤、對視之、則正圓」。邦譯は、

梅原郁譯注『夢溪筆談』(東洋文庫)第一冊、一八六頁。

(33) 卷三・月體半明「以黑漆毯於簷下映日、則其毯必有光、可以轉射暗壁、太陰圓體、即黑漆毯也、得日映處、則有光、常是一邊光而一邊暗、若遇望夜、則日月躔度相對、一邊光處、全向於地、普照人間、一邊暗處、全向於天、人所不見、以後漸相近、而側相映、則向地之邊、光漸少矣、至於晦朔、則日月同經、爲其日與天相近、月與天相遠、故一邊光處、全向於天、一邊暗處、卻向於地、以後漸相遠、而側相映、則向地之邊、光漸多矣、由是觀之、月體本無圓缺、乃是月體之光暗、半輪轉旋、人目不能盡察、故言其圓缺耳、至於日月對望、爲地所隔、猶能受日之光者、蓋陰陽精氣、隔礙潛通、如吸鐵之石・感霜之鐘、理不難曉、日月不全豈而似瑕映於內者、如明鏡映水之處則瑩、照地之處則瑕、以爲山河所印之景者、是也」。

(34) 元・陳致虛『周易參同契分章註』卷上・日月懸象章第三、同『元始無量度人上品妙經註解』卷下・六葉表(『正統道藏』第三冊・縮刷本・二〇〇三頁)、明・屠隆『鴻苞集』卷一・二儀說、明・章潢『圖書編』卷十八・月變總敘。

(35) 『開元占經』卷九・日薄蝕三に引く劉向『五經通義』「日蝕者、月往蔽之。王充『論衡』說日『或說曰、日食者、月掩之也、日在上、月在下、障於日之形也』。前掲『中國天文學史』一二一頁、前掲『中國の科學と文明』第五卷・(i)食理論、二九〇―八頁参照。

(36) この二球を使つて日食を再現するアイデアは、明の朱載堉『律曆融通』卷四・日食にも「日如大赤丸、月如小黒丸、共懸一索、日上而月下、即其下、正望之、黒丸必掩赤丸、似食之既、及傍觀、有遠近之差、則食數有多寡矣」と見える。

(37) 『隋書』天文志・中・七曜「張衡云、對日之衝、其大如日、日光不照、謂之闇虛、闇虛逢月則食月、值星則星亡、今曆家月望行黃道、則值闇虛矣、值闇虛有表裏深淺、故食南北多少」。闇虛ということば、次に引く『靈憲』に初出する。『續漢書』天文志・上・劉昭註所引張

衡『靈憲』「當日之衡、光常不合者、蔽於地也、是謂闇虛、在星星微、月過則食」。この『靈憲』に見える闇虛が、後世の闇虛説と同一かどうかは微妙なところで、むしろ張衡は地影説に氣づいていた可能性もある。

(38)

前掲の山田慶兒『朱子の自然學』、二二六四頁。

(39)

史伯璿『管窺外篇』卷上・十五葉表「十六葉裏」：「……（略）……愚竊、以私意揣度、恐暗虛是大地之影、非有物也、蓋地在天之中、日麗天而行、雖天大地小、地遮日之光、不盡日光、散出遍於四外、而月常得受之、以爲明然、凡物有形者莫不有影、地雖小於天、而不得爲無影、既曰有影、則影之所在、不得不在對月之衡矣、蓋地正當天之中、日則附天體而行、故日在東、則地之影必在西、日在下、則地之影必在上、月既受日之光以爲光、若行值地影、則無日光可受、而月亦無以爲光矣、安有不食者乎、如此則暗虛只是地影可見、既是地影、則其大不止如日、又可見矣、不然則日光無所不照、暗虛既曰在對日之衡、何故獨不爲日所照乎、臆度之言、無所依據、姑記于此、將就有道而正焉」。

(40)

宋濂『文憲集』卷二八・楚客對。

(41)

卷三・日月薄食・十葉「或曰、天體之內、大地在大虛之中、亦爲大、月望而緯度不對者、可偏受日光之全、大地不可傍障、若望而經緯俱對、則大地正當其間、所以相障而月食、食不盡者、稍有參差也、愚卻以爲不然、推步闇虛者、以比圓體而求月食、今大地卻非圓體、大地邊傍四圍與夫地平之下、不可見其圓與不圓、夜半前後月食、難以辨論矣、倘食於晨昏出入之際、則須大地之上如覆半瓜、今陽城在地中、非

高於四遠、又且地平之北高南下、但見其平斜、地形非似半瓜、則闇虛不可言地景矣」。

(42)

卷三・日月薄食・五葉裏「交前四度三十五分、并交後四度三十五分、共八度七十分、通爲一段、爲既外後限」の「既外後限」は、正しくは「食既限」の誤りである。

(43)

趙友欽以前の文獻に見えないというだけで、ただちにこれらのシミュレーションが趙友欽の獨創だと即断するわけにはいかない。歴代の曆法の編纂者にとっては、このような方法はすでによく知られていたが、文獻に記載されていないという可能性もある。

(44)

『四庫全書簡明目錄』卷十一・子部六・天文算法類・原本革象新書五卷「元趙友欽撰、舊題趙緣督者、其號也。原本久佚、今從永樂大典錄出。其名曰革象、蓋取革卦大象之文。」注(一)のA. Volkov, "Science and Daoism: An Introduction," pp. 39-40。

(45)

象曰、澤中有火、革、君子以治麻明時。

(46)

正義曰、澤中有火、革者、火在澤中、二性相違、必相改變、故爲革象也、君子以治麻明時者、天時變改、故須曆數、所以君子觀茲革象、脩治麻數、以明天時也。

(47)

前掲「趙友欽の生涯」、八三—一二頁参照。

(48)

日本・京都大學附屬圖書館所藏の『道書全集』（本館・書庫内圖書）に收録する『仙佛同源』の趙友欽の序に「胡元江左散人・今四明入室・金陽緣督子趙友欽序」とある。

(49)

たとえば、陳致虛『元始无量度人上品妙經註解』を見よ。

Astronomical Studies by Zhao Youqin

Shinji ARAI

Zhao Youqin 趙友欽 was a Daoist priest of the Jindan-dao 金丹道 School who saw his best days in the first half of the 14th century. He was also the master of the noted Daoist priest Chen Zhixu 陳致虛. But he wrote an astronomical book entitled *Gexiang Xinshu* 革象新書, a unique book in the history of Chinese astronomy. This paper, based on this book, deals with (1) his cosmological theory, (2) astronomical instruments devised by him, (3) his views of eclipses and (4) the meaning of the title of his book. In addition, simulations contrived by him to explain astronomical phenomena by using pieces of paper and wood are also introduced in the paper. His simulations are evidence which shows that an approach to a better understanding of nature through experiment already existed in China in the 14th century.

The Tōhō Gakuhō Journal of Oriental Studies (Kyoto) No. 84 (2009) 91 ~ 138

On the Regulations concerning the Use of 'Phags-pa Letters in Yuan Administrative Documents

Gakushō NAKAJIMA

In this paper, the author re-examines regulations on the use of 'Phags-pa letters in the official document system in the Yuan period, by analyzing basic legal sources such as *Yuandianzhang* 元典章 and original administrative documents found at Qaraqota. When 'Phags-pa letters were promulgated by Khubilai Khan in 1269, their use was limited to Imperial edicts issued by the Khan and imperial clans by the Mongolian language. But through the later reign of Khubilai, the use of 'Phags-pa letters was gradually extended to various official documents such as the Imperial